

ICS 19.100  
J 04



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 38944—2020

---

## 无损检测 中子小角散射检测方法

Non-destructive testing—Testing method of small-angle neutron scattering

2020-06-02 发布

2020-12-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 符号 .....	2
5 方法概要 .....	2
6 检测系统和器材 .....	3
7 谱仪准备 .....	4
8 样品检测 .....	5
9 数据处理 .....	8
10 检测报告 .....	11
附录 A (规范性附录) 探测器的校正 .....	12
附录 B (规范性附录) 绝对散射强度校正 .....	13
附录 C (规范性附录) 谱仪分辨率 .....	14
附录 D (规范性附录) 误差分析 .....	16
参考文献 .....	17

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国无损检测标准化技术委员会(SAC/TC 56)提出并归口。

本标准起草单位:中国工程物理研究院核物理与化学研究所、中国科学院长春应用化学研究所、上海材料研究所、中国科学技术大学、中国科学院高能物理研究所、中国原子能科学研究院、上海交通大学、中国科学院金属研究所。

本标准主要起草人:闫冠云、陈杰、陈波、孙光爱、黄朝强、刘栋、钱达志、刘耀光、龚建、门永锋、丁杰、李良彬、程贺、王芳卫、李天富、钟圣怡、蔡桂喜。

## 引 言

中子小角散射是由样品中纳米到亚微米尺度结构不均匀性引起的、位于入射中子束附近(通常小于 $10^\circ$ )的相干散射。中子小角散射试验指利用中子小角散射谱仪测量入射中子束附近的相干散射信号,并进行数据处理与分析,以获得样品内部纳米到亚微米尺度结构信息的试验方法,典型可测量结构包含金属样品中的析出相、气泡,矿石样品中的孔洞,陶瓷、高分子、溶液样品中的聚集体等,为便于表述,本标准中用第二相粒子代指上述特征结构。中子小角散射试验可以给出第二相粒子的含量、尺寸分布、比表面积等信息,特定条件下,还可以分析第二相粒子的形状。随着我国大型中子散射科研设施的建设和发展,借助中子小角散射试验开展研究工作的用户群体将不断扩大,因此制定相关无损检测方法可为检测样品中第二相粒子提供技术规范。

中子小角散射试验获得的数据是倒易空间信息,通过数据反演分析可以给出实空间中样品第二相粒子的结构信息,其数据分析和解释经常和扫描电镜、透射电镜、原子力显微镜等其他观测方法结合使用。

# 无损检测 中子小角散射检测方法

**警示**——本标准不涉及任何安全问题,即使有任何这方面的内容,也是与其应用有关。使用的安全和健康行为规范由本标准的用户建立,并在使用本标准时加以遵守。

## 1 范围

本标准规定了基于反应堆中子源的中子小角散射试验检测样品内部第二相粒子(微孔洞、析出相、填料等)尺寸分布、含量和比表面积的方法。

本标准适用于第二相粒子尺寸在纳米到亚微米范围的统计各向同性的稀疏样品体系。本标准适用于金属、陶瓷、高分子、矿物等固体样品的检测,对于液体样品可参考执行,适宜的样品厚度约 0.5 mm~10 mm(例如,高分子样品约 0.5 mm~3 mm,陶瓷、矿物约 0.5 mm~5 mm,常用金属材料约 0.5 mm~10 mm)。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 12604.8 无损检测 术语 中子检测

GB/T 12604.11 无损检测 术语 X射线数字成像检测

GB/T 26140 无损检测 测量残余应力的中子衍射方法

GB/T 30705 微束分析 电子探针显微分析 波谱法实验参数测定导则

GB/T 36053 X射线反射法测量薄膜的厚度、密度和界面宽度 仪器要求、准直和定位、数据采集、数据分析和报告

## 3 术语和定义

GB/T 12604.8、GB/T 26140、GB/T 12604.11、GB/T 36053、GB/T 30705 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**稀疏体系 dilute system**

所包含的待测粒子浓度低(例如第二相体积比在 1%以内的金属、高分子材料),粒子间相互作用可忽略不计的体系。

### 3.2

**中子散射长度 neutron scattering length**

中子被原子核散射的几率,具有长度量纲。

### 3.3

**中子散射长度密度 neutron scattering length density**

单位体积内所有原子与中子作用并发生散射的总几率,它等于单位体积内所有原子的中子散射长度之和。